

# AI 画像認識技術を用いた基礎材投入施工支援システムの開発

東亜建設工業(株) 土木事業本部機電部 宮本 憲都

## 1. はじめに

港湾工事における基礎工や裏込・裏埋工では、グラブバケット付旋回式クレーンを装備し船倉に石材や土砂（以下、基礎材）を積み込み、現場まで運搬した後、ガット船(図-1)と呼ばれる作業船を用いて、投入する。従来、基礎材を投入する位置は、目印旗を事前に設置し、投入管理者の指示のもと投入を行っており(図-2)、目印旗の設置・撤去には手間がかかるだけでなく、投入位置の指示については投入管理者の勘と経験に頼る部分があり、課題であった。また、使用するガット船は、固定することは難しく日々入れ替わることになるため、大掛かりな装置の取付けができないと言う課題もあった。そこで、クレーンのブーム先端に GNSS アンテナ・受信機・バッテリー・無線通信機が一体となった小型の GNSS ユニットをマグネットで簡単に設置し、基礎材の投入位置を把握できるシステムを開発した。本システムは、カメラで撮影したグラブバケット開閉を AI による画像認識技術を用いて判断し投入履歴として自動で記録する機能を有しており、基礎材投入の更なる効率化が図れるようになった。本稿では、本システムの概要及び AI 画像認識技術によるグラブバケット開閉判定機能について述べる。

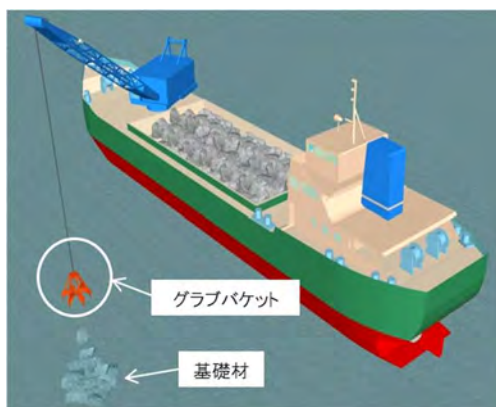


図-1 ガット船

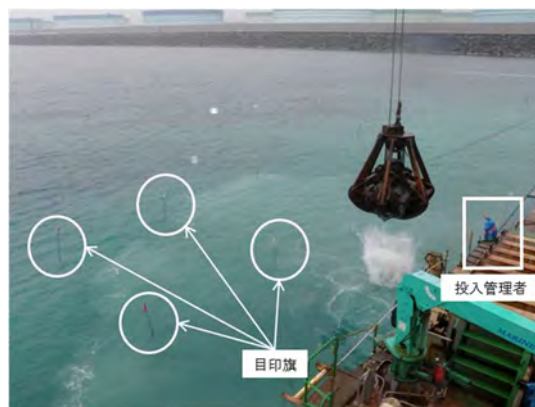


図-2 目印旗と投入管理者

## 2. 基礎材投入施工支援システムについて

### (1) 開発概要

一般的にグラブバケットの位置を求めめるため、クレーンのブームトップに GNSS アンテナを取付けることが考えられるが、GNSS アンテナとオペレーター室等に設置した機器の数 10m 間を配線する必要があり、その配線作業に 2 時間ほど要し、入れ替わりが多い(使用する船舶の固定化が難しい)ガット船においては施工サイクルへの影響が大きくなり課題であった。また、投入するガット船が入れ替わった場合、どこまで投入しているのかわからないという課題もあった。そこで、納入された基礎材の検収作業(写真-1)に要する 30 分以内にシステム機材設置作業を完了することを目標とし、投入位置および履歴を画面上に表示することで、投入途中でガット船が入れ替わった場合においても、どこまで投入しているのかが一目で分かり、効率的かつ精度の高い投入を可能とするシステムの開発を目標とした。



写真-1 検収作業状況

キーワード 生産性向上, 港湾, ICT 基礎工, 基礎材投入施工支援, AI 画像認識,

連絡先 〒163-1031 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パークタワー31F 東亜建設工業株式会社土木事業本部機電部

TEL 03-6757-3843

## (2) システム構成

本システムを構成する主要機器は、GNSS ユニット、無線通信距離を延長するための無線中継 BOX、施工管理システムを表示するシステム PC である。GNSS ユニットは振動に耐えることができるネオジウム磁石を使用した専用の架台(図-3)を使用することで、短時間でブーム先端への設置が可能となっている。無線中継 BOX はオペレーター室やブリッジに置かれたシステム PC と見通しのある場所に設置し、GNSS ユニットで取得した位置情報は、内蔵の無線通信機から発信され、無線中継 BOX を介してシステム PC へ伝送される。図-4 に機器配置イメージを示す。



図-3 ネオジウム磁石専用架台

【ブーム先端】

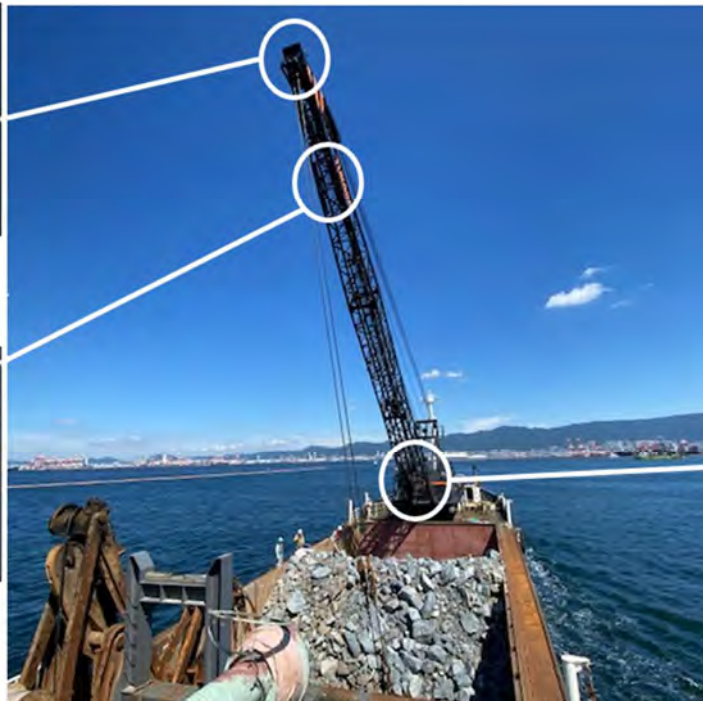


図-4 機器配置イメージ

## (3) 投入位置管理

本システムの投入管理画面(図-5)は、グラブバケットの現在位置と日毎の投入履歴が色分けされた状態で表示され、日々の投入管理に使用できる。また、海底の3次元測量データを取り込み、設計値と3次元測量データとの差(不足高さ)をカラーコンタ(最小1m間隔)でモニター画面に表示可能である。カラーコンタと投入履歴を比較することで、設計値までの必要投入量(回数)を判断する目安となり、正確かつ効率的な投入が可能となる。また、投入履歴から堆積形状を簡易的に予測する堆積形状予測機能(図-6)も有している。

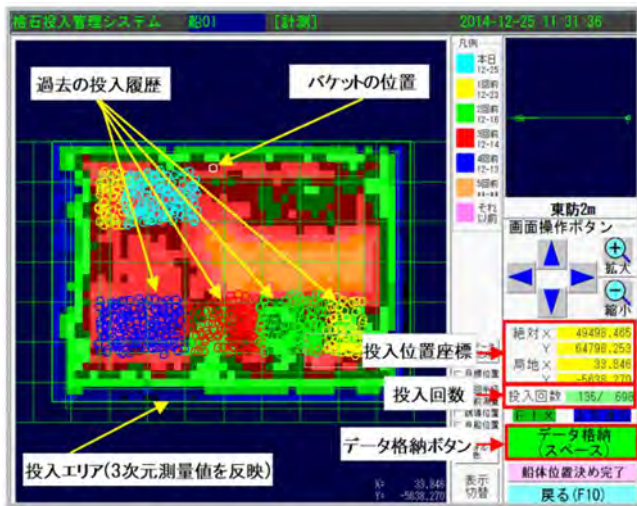


図-5 投入管理画面

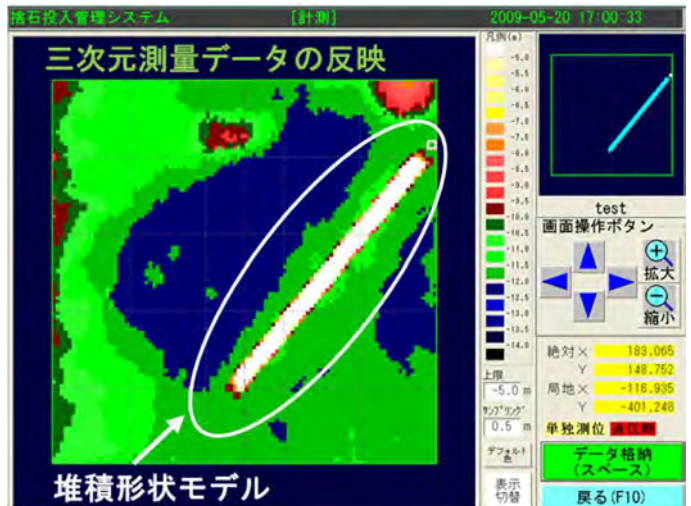


図-6 堆積形状予測機能

#### (4) 施工フロー

一般的な施工フローでは、目印旗の設置作業(数時間程度)が必要であり、また、荒天等により目印旗が流出した場合、再設置が必要となる。一方、本システムを使用した場合、投入指示者および職員は施工エリア、投入位置(XY 平面)座標および過去の投入位置をモニター画面で確認し投入が可能であるため、効率的である。

図-7 に一般的な施工フローと本システムを使用した場合の施工フロー、図-8 に目印旗なしでの投入状況を示す。

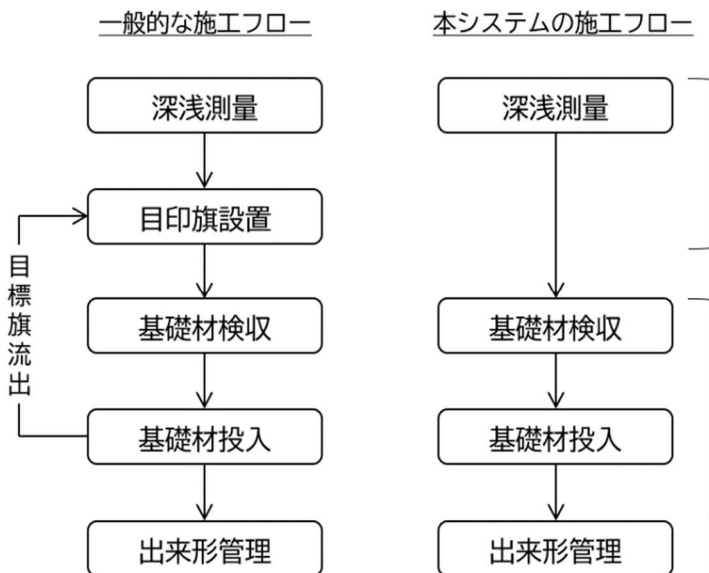


図-7 施工フロー

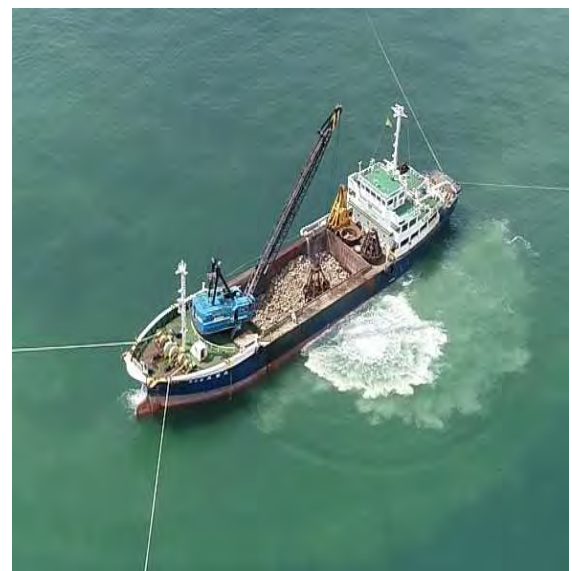


図-8 目印旗なしでの投入状況

#### (5) システム機材設置・撤去時間

本システムは開発してから多くの現場で使用しているが、機材設置時間は2人で20分程度であり、基礎材の検収作業中に行うことが可能である。また、機材撤去は10分以内で行うことができ、係留解除中に行っている。これにより施工サイクルに影響を与えず、円滑にシステムを運用できている。

## (6) AI グラブバケット開閉判定機能

本システムの開発当初は、現場職員やクレーンオペレーターが投入時にシステムPCのキー操作を行うことにより、投入位置の記録を行っていたが、更なる効率化を図るためにAI画像認識技術によってバケットの開閉判断を行い(図-9)、自動で投入履歴を記録可能とした。使用する機材は、従来システムにカメラ(映像情報)を追加したシンプルな構成となっており、30分以内でのシステム機材の設置を可能としている。「基礎材投入施工支援システム」にこの機能を付加することにより、基礎材の投入位置や投入回数のカウント、施工履歴の作成が自動化され、現場施工の更なる生産性向上を図ることができた。図-10に機器配置イメージを示す。

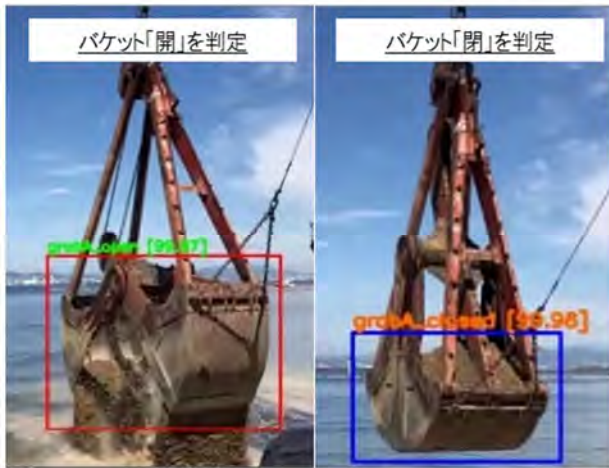


図-9 人工知能AIによる投入(開閉)判定状況

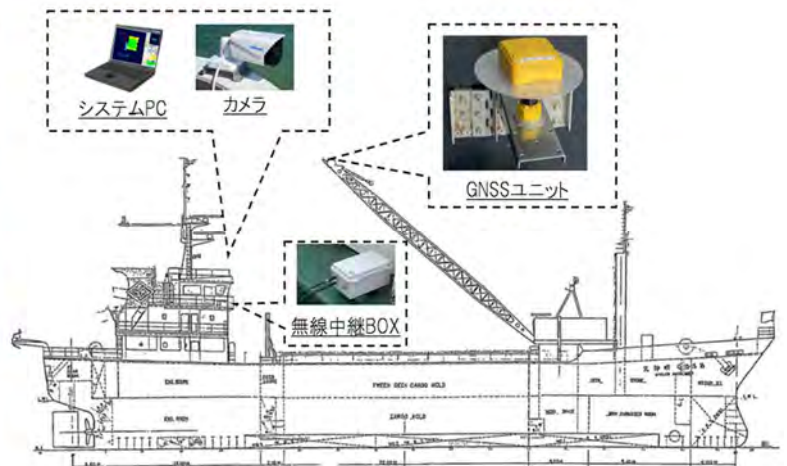


図-10 機器配置イメージ(AI機能追加版)

## 3. まとめ

本システムの特長を以下に示す。

- ・準備作業(目印旗の設置)が不要となり、作業が効率化された。
- ・基礎材の投入位置および履歴が表示されるため、効率のかつ高精度に投入を行うことが可能となった。
- ・基礎材を検収している間にシステム機材の設置およびガット船の係留解除中に撤去が可能であり、施工サイクルに影響しない。
- ・AI画像認識技術によるバケットの開閉判断により自動で投入履歴の記録を可能としたことで、更なる効率化を実現できた。

## 4. おわりに

当社は2013年に基礎材投入施工支援システムを開発し、現場での要望を踏まえ改良を加えてきた。今回、AI画像認識技術により更なる生産性向上を図ることができた。本システムはこれまでに多くの工事導入実績があるが、今後もICT基礎工などの様々な現場へ導入を重ね、現場の生産性向上に寄与すると共に、AI判別精度向上、クラウド化によるリアルタイムデータ共有および拡張現実(AR)を活用した投入エリア3次元表示などの機能拡充を行い、更なる効率化・省力化を図れるシステム構築にも取り組んでいきたいと考えている。